Bibl. Mont.
3984

3984 Bibl. Mont

Abhandlung
über
die Kröpfe der Mühlgerinne
und
Beschauflung unterschlächtiger Räder,

wornach für jedes Locale der Mühle, der Druck
des Wassers auf die Radschaufeln
am größten wird;

für
Techniker und Mühlenbaumeister

von

Johann Leonhard Späth,
Königl. Baierischen Hofrath und Professor
der höhern Mathematik in München.

Mit einer Kupfertafel.

Nürnberg 1815.
bey Johann Leonhard Schrag.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Bey unsern unterschlächtigen Mühlen drücket das an die Schaufeln des Rades anschlagende, und an denselben sich stemmende Aufschlagwasser gegen dieselbe, und strebet durch seinen Druck gegen die Schaufeln, das Rad zu drehen, während gleichzeitig das den Raum der übrigen im Wasser gehenden Schaufeln ausfüllende Wasser, oder der wasserhaltende Bogen des Rades, auf jene Seite wuchtet, und das Rad zu drehen strebet: es constituiret sich unter solchen Umständen die bewegende oder hydraulische Kraft des Rades aus dem dynamischen Druck des Aufschlagwassers gegen die Stoßschaufeln, und aus dem statischen Druck des wasserhaltenden Bogens des Rades.

Von diesen ist nun einmal der dynamische Druck des Aufschlagwassers, bey gegebener

Masse und Geschwindigkeit desselben an und für sich um so größer, je näher das Wasser senkrecht an die Stoßschaufeln anschläget, je weniger es außerdem dieselbe nach ihrer Fläche bey seiner Stemmung überfließet, und je weniger desselben unter und neben dem Rade bey überflüßigem Spielraum abfließet.

Dieser senkrechte Druck des Wassers an die Stoßschaufeln ist ferner in nächster Beziehung mit der Zahl der gleichzeitig den Stoß aushaltenden Schaufeln, oder mit der Beschaufling des Rades, und insbesondere mit der Stellung des Rades gegen den Kropf des Mühlgerinnes, oder seinem Stoßgefälle, und mit der Form des obern oder convexen Theils desselben oder mit seiner Abkröpfung; während für ein Rad von gegebenem Halbmesser, jenes Stoßgefälle des Kropfs von seiner Höhe, oder dem lebendigen Gefälle der Mühle, und von der Geschwindigkeit und Richtung des die Kropfschwelle überfließenden Wassers abhängig, die Figur seiner Abkröpfung aber mit den Gesetzen des freyen Falles des Wassers connex ist.

Wenn

Wenn nun auch unsere ersten Theoreten bisher die Form und Länge des Kropfes einer Mühle nicht berücksichtigten, so lehrte doch die Erfahrung unsere Practiker, welchen großen Einfluß diese Eigenschaften des Kropfes auf den Effect der Mühle habe; da nach derselben die Mühle beynahe nochmal so viel effectuiren kann, wenn der Kropf seine den Umständen angemessene Form und Länge hat, als wenn er statt dessen verkröpfet oder nicht gehörig von dem Werkmeister den Umständen angemessen oder getroffen worden ist.

Deswegen haben auch unsere Practiker sich von je her alle Mühe gegeben, Regeln für die richtige Construction der Mühlenkröpfe, nach obwaltenden Localitäten aufzustellen: sie konnten aber hierbey nicht ganz reüsiren, weil sie gerade das Wesentlichste der Sache, nemlich die Geschwindigkeit und Richtung des die Kropfschwelle überfließenden Wassers dabey nicht gehörig berücksichtiget, und neben dem Gefälle mit dem Halbmesser des Rades zusammengestellt hatten.

Bey so bewandten Umständen war daher die Form und Länge des Kropfs einer zu erbauenden Mühle, und mit diesem auch ihr besserer oder schlechterer Effect, auf immer zum Nachtheil ihres Besitzers, vom Zufall abhängig; die meisten Kröpfe wurden nur nach Gedanken der Werkmeister gefertiget, und die von solchen erbauten Mühlen konnten um so weniger effectuiren, je geringer die Masse und Geschwindigkeit ihres Aufschlagwassers, und je weniger die Kröpfung ihres Gerinnes, ihm und dem Gefälle bey gegebenem Halbmesser des Rades angemessen war.

Um daher diese nachtheilige Lücke in der Technik des Mühlenwesens auszufüllen, stelle ich in dieser Abhandlung alle und jede Dinge nach statischen Principien zusammen, welche auf die hydraulische Kraft eines unterschlächtigen Rades zunächst influiren; ich zeige in derselben, wie ein Werkmeister für das Gefälle der Mühle, für den Halbmesser ihres Rades und für die Geschwindigkeit und Richtung ihres die Kropfschwelle überfließenden Aufschlagwassers, immer das Stoßgefälle des Kropfes

mit

mit seiner Abkröpfung, so wie überhaupt den Lehrbogen des Kropfes, und außerdem auch die dem Rade und dem Aufschlagwasser angemessene Beschauflung desselben finden kann; so daß dabey die hydraulische Kraft des Rades immer die größte wird, welche sie bey bestehenden Umständen seyn kann!

Ich gehe dabey zunächst von der Kurve des freyen Falles des Aufschlagwassers selbst aus, und berechne in derselben für das Stoßgefälle des Kropfes, die Abscisse jenes Punctes, in welchem die Tangente der Kurve mit der Tangente des Rades zusammenfällt, in welchem mithin das Wasser die Radschaufel allda senkrecht trift.

Um ferner dem Werkmeister die Aufreissung des Lehrbogens des der Mühle nach ihrem Locale anpassenden Kropfes möglichst zu erleichtern, füge ich den vorangeschickten Berechnungen ein practisches oder technisches Verfahren bey, wornach derselbe die Kurve des freyen Falles des Aufschlagwassers von der Mühle unmittelbar selbst abnehmen, sie gehörig aufreißen, nachgehends das Stoßgefälle des

Kropfes auf ihr bestimmen, mit ihr den circularischen Theil des Kropfes genau verbinden, und sonach das Lehrbrett des Kropfes selbst, ohne alle Rechnung, einzig mit Cirkel und Linial aufreißen kann.

Verfahren künftig unsere Werkmeister nach dieser äußerst einfachen Technik, so werden die durch sie gefertigten neue und reparirte Kröpfe unserer Mühlen, und die Beschauflung ihrer Räder immer so geeignet seyn, daß die hydraulische Kraft ihres Rades immer die größte wird, die sie nach Umständen seyn kann; es wird der Effect der Mühlen selbst, ihres Orts immer der größte werden, wenn außerdem der Werkmeister das Verhältniß zwischen ihren statischen und mechanischen Momenten so glücklich trift, daß die Mühle immer das in der kürzesten Zeit gehörig effectuiret, was in ihren Kräften lieget.

München, den 1. Sept. 1814.

Späth.

Ein-

Einleitung.

1. Die Gerinne, in welchen sich unsere verticalgehenden Mühlenräder bewegen, theilen sich bekanntlich in die sogenannten Schnurgerinne und in die Kropfgerinne ein! Bey erstern ist ihr Grundbeet gerade, oder nach der Schnur unter einem gewissen Winkel mit dem Horizonte, oder nach dem Gefälle der Mühle gelegt; statt dessen das Gruudbeet der letztern, nach einem gewissen Lehrbogen gekrümmet ist.

Dieser Lehrbogen constituiret sich immer aus zweyen an einer gewissen Stelle sich anschleifenden Linien, von welchen die eine ihre hohle Seite nach dem Mittelpunct des Rades wendet, die andere aber ihre gekrümmte Seite dem Rade zuwendet, und als solche die Abkröpfung des Kropfes heißt.

So verschleifet sich in fig. 1. die circularische Krümmung AB, in einer andern DB, und das Ganze DBA constituiret den Lehrbogen des gekröpften Gerinnes, oder des Kropfes selbst.

Denkt man sich durch die Mitte des Gerinnes, durch seine ganze Länge, eine mit ihm parallele

rallele verticale Ebene, so gehet diese durch den Mittelpunct C des Rades, und die Stelle A in dieser Ebene, lothrecht uuter demselben, heißt das Kreuz des Kropfes, stehet Ag senkrecht auf AC, oder ist Ag horizontal, und ist eine Linie Dg durch den Fachbaum des Gerinnes lothrecht, so bezeichnet der Abstand des Punctes A von dieser, oder Ag die Länge, und Dg die Höhe des Kropfes, die dem Gefälle der Mühle gleich ist.

Stehet das Wasser hinter dem Geschwelle oder Schützen der Mühle, oder über dem Fachbaum des Mühldammes, in der Höhe DM, so ist diese ihr Wasserstand; NM ist ihr Druckwasser, und DN ihre Wasserdicke, wenn das Schutzbret des Geschwelles um DN gezogen, oder offen ist.

Ziehet man aus dem Punct B des Kropfes, in welchem die seinen Lehrbogen constituirende Linien sich verschleifen, eine Linie BEL senkrecht auf die Lothlinie Dg desselben, so heißt die Höhe DE sein Stoßgefälle, und AL die Höhe seines wasserhaltenden Bogens; auch ist Aa der Spielraum des Rades zwischen ihm und dem Kropfe, und es findet ein ähnlicher auch an den Seiten des Gerinnes statt, der deswegen auch der Seiten-Spielraum des Rades heißt.

Dabey ist ferner für unterschlächtige Mühlen die Höhe Dg des Kropfes etwas größer als

der

der Halbmesser des Rades; oder es lieget statt dessen der Mittelpunct C des Rades mit dem Punct D des Kropfes in gleicher Höhe; oder es liegt, wie in den meisten Fällen, der Punct D unter der Horizontallinie der Axe des Rades; und die Höhe des Kropfes ist um so geringer, je näher dieser Punct der horizontalen Ag liegt.

Auch fließet das Wasser dem Kropfe entweder auf einem geneigten Schnurgerinne ID, oder auch auf dem horizontalen Grundbeet PD zu, und stauchet sich über dem Fachbaum bey D bis nach M senkrecht auf, wenn die Wandsäulen des Schutzbretts oder der Schützen senkrecht stehen; es gewinnt eben so auch das Wasser hinter den Schützen einen gewissen Wasserstand, wenn statt dessen die Wandsäulen des Geschwells in schiefer Richtung OD unter dem Fachbaum eingesetzt sind; wobey das Wasser in der Richtung ID ausfließet.

Es sey nun aber die Richtung, in welcher das Wasser das Geschwell passiret, welche sie immer wolle, so stemmet es sich auf jeden Fall, indem es an die ihm nächsten Schaufeln des Rades mit seiner Geschwindigkeit anschläget, an denselben aufwärts, und äußert dadurch einen dynamischen Druck gegen diese Schaufeln; während gleichzeitig das den Seiten-Zwischenraum des Rades passirende Wasser zwischen die Radschaufeln einfließet, und durch seinen statischen

Druck

Druck gegen die Schaufeln, das Rad zu drehen strebet.

Ist nun dieser vereinte Druck so groß, daß durch ihn das Rad umgedrehet, oder die Maschine in Bewegung gesetzt werden kann, so gewinnt das Rad nach und nach eine immer zunehmende Geschwindigkeit, bis es endlich seinen Beharrungsstand antritt, in dem Moment, in welchem seine erlangte Geschwindigkeit ihm so lange verbleibet, als der Widerstand im innern der Maschine, und die zufließende Wassermenge sich nicht ändert.

Während des Beharrungsstandes des Rades, stemmet sich nun das zufließende oder Aufschlagwasser der Mühle an den ihm nächsten oder Stoßschaufeln in so weit, als die Geschwindigkeit des Rades geringer als die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers ist, und übet dadurch gegen diese Schaufeln einen dynamischen Druck aus; es sinkt das Wasser mit diesen Schaufeln während der Umdrehung des Rades nieder, bis die eine der andern durch ihren senkrechten Stand in dem Wasser den Wasserstrahl ganz abschneidet, von welchem Moment an, das zwischen je zwey und zwey Schaufeln enthaltene Wasser, gegen dieselbe nur noch durch sein Gewicht oder statisch drücket; es constituirt sich auf diese Art für das Rad ein wasserhaltender Bogen, welcher durch seinen Druck gegen die Schaufeln

feln das Rad auch von seiner Seite, nach der nemlichen Richtung, wie das lebendige oder dynamischwirkende Wasser zu drehen strebt.

Unter solchen Umständen summiret sich daher die bewegende oder hydraulische Kraft des Rades, aus der dynamischen Kraft des an den Stoßschaufeln anschlagenden und sich stemmenden Wassers, und aus dem statischen Druck seines wasserhaltenden Bogens.

Unter diesen Kräften ist nun einmal die dynamische Kraft des Wassers auf das Rad von gegebener Beschauflung um so größer, je mehr desselben in einer Secunde zufließet, je größer die Geschwindigkeit ist, mit welcher es an die Stoßschaufeln anschläget, und je näher es senkrecht an dieselben anschläget: es ist eben so die statische Kraft des wasserhaltenden Bogens des Rades um so größer, je größer der Bogen an und für sich, und je breiter er nach der Länge der Schaufeln ist, und je besser nach der Höhe der Schaufeln das Wasser seine Continuität in diesen Bogen herstellen kann; oder je besser das Wasser den Raum zwischen den Schaufeln jenes Bogens ausfüllet.

Dabey ist ferner die Geschwindigkeit, mit welcher das Aufschlagwasser an die Stoßschaufeln anschläget, im Ganzen mit der Anlage des Wasserbaues der Mühle in Beziehung, als wornach das Wasser entweder in einem geneigten Schnurgerinne

rinne oder Vorfluther dem Kropfe zufließet, oder sich außerdem noch an einem Geschwell aufstauet; oder es sammlet sich in der Arche mit horizontalen Grundbeet blos an, und strömet durch die Oeffnung des Geschwelles in horizontaler Richtung aus: es fließen in erstern Umständen die dem Grundbeet nächsten Schichten langsamer als die weiters von ihm entferntern; statt dessen die Geschwindigkeit der untern Schichten größer ist als der obern, wo das Wasser als aufgestauetes ein Geschwell passiret; es fließen die untern Schichten um so schneller als die obern, je höher das Wasser sich vor dem Geschwell aufstauet.

Der parabolische Sprung des frey abfallenden Wasserstrahls.

II. Würde nun der Kropf in dem Mühlgerinne gar nicht vorhanden seyn, oder der das Geschwell passirende Strahl über der Schwelle D frey abfallen können; würde ferner das Wasser in sich selbst durchdringlich und nicht cohärent seyn, so würde jede Wasserschicht des Strahles als eine isolirte in einer Parabel abfallen, deren Parameter der Gravitation ihrer Theile, der Richtung und der Geschwindigkeit zukommt, mit welcher sie ihres Orts die Verticalebenen durch die Schwelle bey D passiren: es würde sonach die Springweite der obersten Schicht des

Strahls

Strahls die kleinste, die der untersten Schicht aber die größte unter allen übrigen seyn.

Da aber das Wasser nicht undurchdringlich und in sich selbst cohärent ist, so wird jede obere sich langsamer bewegende Schicht, gegen die untere auf die zunächst folgende drücken, und diese von der Kurve abzulenken streben, welche sie nach der Gravitation ihrer Theile und nach deren Geschwindigkeit einzuleiten strebet, während diese Schicht durch die größere Geschwindigkeit ihrer Bewegung jener Ablenkung widerstehet: es lenket sonach der Strahl im Ganzen in so weit ab, als der Druck seiner obern Schichten dem Widerstand seiner untern Schichten durch ihre grössere Geschwindigkeit überwuchten kann, und es beschreibet dabey seine unterste Schicht eine Parallel, deren Parameter und Springweite kürzer als jene, oder $\frac{1}{\mu}$ dessen sind, was sie seyn würden, wenn diese Schicht von den übrigen isolirt, das Geschwell passiren könnte.

a. Diese Parabel sey nun in fig. (1.) die Linie DBH! Würde nun die convexe Seite des Kropfes, oder die Abkröpfung nach dieser Kurve aufs genaueste geformet, so würde das Wasser über die Abkröpfung eben so abfließen, als wenn es frey abfallen könnte, es würde seine unterste Schicht mit der Abkröpfung nur in so weit adhäriren, als die unmittelbare Berührung

des Wassers mit der Abkröpfung an und für sich mit sich bringt.

Wäre statt dessen die Abkröpfung nach einem kürzern Halbmesser angelegt, so würde das Wasser nach der Geschwindigkeit, mit welcher es die Schwelle bey D passiret, dieselbe *überspringen* und sonach einen leeren Raum zwischen sich und der Abkröpfung übrig lassen.

Ist hingegen die Abkröpfung nach einem größern Halbmesser angelegt, so hindert sie den freyen Fall des Wassers; es drücket deswegen der auf ihr abfließende Strahl sie mit seiner ganzen Last.

Je größer nun diese nach der Wasserdicke des Strahles bey einem engen Gerinne ist, um so größer wird die Adhäsion des Wassers mit der Abkröpfung und mit den Wänden des Gerinnes: es müssen die tangentalen Wasserschichten ihre Adhäsion durch ihre Geschwindigkeit überwältigen; sie verliehren daher an derselben um so mehr, je größer die Adhäsion für jeden Quadratfuß an und für sich, je länger die Abkröpfung selbst ist; es retardiren diese Schichten außerdem durch ihre Cohärenz mit den benachbarten Wassertheilchen, die Geschwindigkeit derselben um so mehr, je mehr sie selbst durch ihre Adhäsion an ihrer ursprünglichen Geschwindigkeit verliehren müssen — es verliehret sonach der Wasserstrahl an seiner Geschwindigkeit in seinen Schich-

ten

ten von unten nach oben zu, und von beyden Seiten einwärts nach seiner Mitte zu, um so mehr, je mehr die Abkröpfung nach ihrer Länge von jener geeigneten Form oder von jenem Lehrbogen abweichet, wobey der Strahl seinen freyen Abfall nimmt; oder er wird in der Kunstsprache um so matter!

b. Hat die Abkröpfung ihre geeignete Form, bey welcher das Wasser mit seiner natürlichen Geschwindigkeit abfället, und wird nun das Rad vom gegebenen Halbmesser an die Abkröpfung angeschoben, so beginnet der abfallende Strahl durch sein Anschlagen an die Schaufeln des Rades dasselbe zu drehen; es tauchet so, während der Umdrehung des Rades, eine Schaufel nach der andern in den Wasserstrahl sich immer tiefer ein, und es bestehet an der Abkröpfung eine Stelle, für welche diese Eintauchung für jede Schaufel am tiefsten ist.

Diese Stelle fällt nun immer an der Abkröpfung dahin, wo ein durch die Enden der auf den Radring senkrecht stehenden Schaufeln gezogener Kreis die Abkröpfung selbst berühret: trift nun für diese Stelle die Tangente der Abkröpfungskurve und jenes Kreises aufs genaueste zusammen, so fällt allda auch das Wasser des abfallenden Strahls, in so weit er die Schaufel unmittelbar treffen kann, senkrecht auf; es

sind dabey die Winkel, unter welchen das Wasser die übrigen sich gleichzeitig eintauchenden Schaufeln anschläget, die größten, welche sie nach der Beschauflung des Rades seyn können; und die dynamische Kraft des Wassers ist daher unter solchen Umständen am größten.

Stellet daher in fig. 1. der Punct B diese Stelle vor, so ist die Tangente KH des Kreises vom Halbmesser BC, mit der Tangente der Parabel DBH, in welcher der Wasserstrahl am geschwindesten oder frey abfället, congruent; und eine Linie EB parallel mit der Sohle Ag des Kropfes, schneidet in seiner Verticale Dg das Stoßgefälle DE des Kropfes ab, bey welchem der Stoß des Wassers auf die Radschaufeln, oder die dynamische Kraft des Wasserstrahls, die größte ist.

c. Wenn daher die Aufgabe gestellt wird, für eine Mühle den Kropf ihres Mühlgerinnes aufzureißen, wobey die hydraulische Kraft ihres Rades die möglichst größte wird, so kommt es zunächst oder zuvörderst darauf an, das Gefälle der Mühle, für die Richtung, Wasserdicke, und Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser die Schwelle des Kropfes nach der Construction des Gerinnes passiret, die Parabel zu construiren, in welcher ihr Wasserstrahl seinen freyen Fall nimmt: man muß außerdem noch für einen gegebenen Halbmesser und

Schau-

Schaufelprofil des Rades, und für dessen Spielraum, das Stoßgefälle des Kropfes, und mit diesem auch die Länge des Kropfes aufs genaueste bestimmen, um nach diesem die parabolische Abkröpfung, und den wasserhaltenden Bogen des Rades selbst aufreißen zu können.

Diese Aufgabe wurde bisher von unsern theoretischen Hydraulikern gänzlich beseitiget, statt dessen sie für die Practiker einer der wichtigsten Gegenstände ihrer Bemühungen von je her war! Denn diese lernten durch die Erfahrung, daß die Mühle um so schlechtern Effect machte, je nachdem ihr Kropf für die bestehenden Umstände zu lang oder zu kurz, und insbesondere für die nemliche Länge des Kropfes, sein Stoßgefälle zu seicht oder statt dessen zu tief angelegt wurde; ja daß sich durch einen fehlerhaft construirten Kropf der Mühle, ihr Effect beynahe auf die Hälfte verbessern oder verschlimmern könne.

Solche Fehler nun zu beseitigen, abstrahirten sich die Practiker gewisse Regeln, nach welchen die Länge und das Stoßgefälle des Kropfes einer Mühle am vortheilhaftesten getroffen, und der Lehrbogen desselben seine schicklichste Figur erhalten sollte.

Sie ließen deswegen bey dem Aufriß des Kropfes immer zwey Cirkelbogen gegen einander laufen, die sich dort durchschleifen, wo eine gerade Linie parallel mit der Sohle des Kropfes

gezogen, sein Stoßgefälle abschneiden sollte; es gab von diesen der eine concentrisch mit der Axe des Rades gezogene Bogen, den wasserhaltenden Bogen des Rades, der andere aber, welcher seine convexe Seite aufwärts wendet, die Abkröpfung des Kropfes selbst ab.

Dabey richteten sich ferner die Practiker zunächst nach dem Halbmesser des Rades, und nach dem Gefälle der Mühle, und in einiger Hinsicht auch nach dem Wasserstand hinter dem Geschwell derselben. Sie theilten nemlich den Quadranten des Rades in mehr oder minder gleiche Theile, je nachdem das Gefälle groß oder klein war, stachen von diesen Theilen mit Rücksicht auf den Wasserstand eine gewisse Anzahl derselben ab, und zogen durch den Gränzpunct eine Parallele mit der Sohle des Kropfes, welche nun das Stoßgefäll des Kropfes abschnitt. Auf diese Linie des Stoßgefälles trugen sie ferner mehr oder minder jene Theile des Radcirkels, je nachdem das Stoßgefälle selbst mehr oder minder bedeutend ausfallen mochte; sie setzten endlich auf diese Linie eine andere senkrecht, welche die verticale Seite des Kropfes abgab, auf welcher nachgehends das ganze Gefälle der Mühle aufgetragen, die Sohle des Kropfes parallel mit jener Linie des Stoßgefälles parallel gezogen, und so die Länge des Kropfes durch die Lothlinie auf die-

dieselbe aus dem Mittelpuncte des Radringes bestimmt wurde.

Außer diesem technischen Verfahren bedienten sich die Practiker noch anderer Regeln, die Kröpfe der Mühlgerinne aufzureißen, wo besonders das Gefälle sehr groß ist; im Ganzen aber beschränkte sich der Aufriß eines Kropfes mehr auf ein glückliches Tatoniren, als auf feste und sichere den Umständen angemessene Regeln; und insbesondere wurde dabey die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser das Geschwell selbst, oder die Schwelle des Kropfes passiret, fast gänzlich beseitiget; der Effect der Mühle hieng daher bey sonst übrigen gleichen Umständen, mehr von dem Zufall, und der Erfahrung des Werkmeisters, als von sichern ihrem Wasserbau angemessenen Umständen ab.

Die Bestimmung des Stoßgefälles, und mit diesem auch der Länge des Kropfes einer unterschlächtigen Mühle nach sichern statischen Regeln, wobey der Effect des Wassers auf das Rad der Mühle ihres Orts der größte wird, welcher er bey bestehenden Umständen seyn kann, ist demnach der Gegenstand dieser Abhandlung; in welcher ich nun zuvörderst die Parabel erwäge, in welcher der das Geschwell der Mühle passirende Wasserstrahl frey abfällt.

Springweite des frey abfallenden Strahles.

III. Nun ist aber einmal die Parabel, in welcher das Wasser aus einem Gerinne seinen freyen Abfall nimmt, in nächster Beziehung mit der Construction des Gerinnes selbst; in soferne es nemlich über die Schwelle eines geneigten Schnurgerinnes frey abfallen, oder sich, statt dessen, an einem am Ende desselben angebrachten Geschwell aufstauen, und so bey einem gewissen Wasserstand in gegebener Wasserdicke den Fachbaum des Geschwells passiren, und über denselben abfallen kann; es hat außerdem noch der senkrechte, oder statt dessen, schiefe Stand der Griessäulen des Geschwells auf den freyen Fall Einfluß; weil im letztern Falle das Wasser in schiefer Richtung durch das Geschwelle abfließet.

Insbesondere aber ist die Parabel des freyen Falles des Strahls, außer der Richtung, in welcher das Wasser die Schwelle des Gerinnes passiret, noch in Verbindung mit der Geschwindigkeit, in welcher jede seiner Schichten die Verticalebene der Schwelle des Gerinnes durchfließet! Da diese für den nemlichen Strahl, für das Schnurgerinne anders als für ein solches ist, vor welchem das Wasser sich aufstauen muß (I.), und neben dem noch die Geschwindigkeit jeder Wasserschicht mit ihrem Abstand von der ober-

obersten Schicht abhänget, so hat deswegen auch die Geschwindigkeit, mit welcher der Strahl im Ganzen die Schwelle des Gerinnes passiret, auf seinen freyen Fall den nächsten Einfluß.

Indem ich nun über diesen freyen Fall des Wasserstrahls zuvörderst allgemeine dynamische Betrachtungen anstelle, nehme ich an, das Wasser überfließe die Schwelle seines Gerinnes in der Richtuug DS, fig. 1., die mit der horizontalen den Winkel $RDS = \phi$ macht. In dieser Richtung überfließe der Strahl die Schwelle bey D mit einer Geschwindigkeit, nach welcher insbesondere die unterste Schicht des Strahles in einer Zeitsecunde den Weg $Dz = C$ Fuße durchfließen würde, wenn nicht jedes seiner Wassertheile gleichzeitig durch ihre Gravitation um den Weg $zu = (g)$ Fuße zu sinken strebte.

Wäre daher das Wasser blos träge, so würde es in der zweyten Secunde eben so weit als in der ersten, mithin auch innerhalb (t) Secunden den Weg $DS = t.C$ zurücke legen, und es würde seyn:

$$DR = tC.\mathrm{Cos}\phi; \text{ und } RS = tC.\mathrm{Sin}\phi.$$

Strebt nun ein Wassertheilchen durch seine Trägheit in einer Zeitsecunde den Weg Dz zu machen, und gleichzeitig durch seine Gravitation durch Uz zu sinken, so beschreibet es eigentlich, nach statischen Gesetzen, den **parabolischen** Bo-

gen DU; es beschreibet eben so den Bogen DUBH in (t) Secunden, während es in dieser Zeit durch seine Trägheit durch DS zu fließen, und durch seine Gravitation durch $HS = gt^2$ zu sinken strebet.

Unter solchen Umständen fällt daher jedes Wassertheilchen jener Schicht innerhalb (t) Secunden, um $RS + HS = tC.\text{Sin}\,\phi + gt^2$ von der horizontalen DR senkrecht ab, während es in dieser Richtung von der Lothlinie Dg durch die Schwelle D, um $gH = tC.\text{Cos}\,\phi$ abweichet.

Bezeichnet nun der Buchstabe A das Gefälle Dg des Kropfes der Mühle; so ist auch

$A = tC.\text{Sin}\,\phi + gt^2$; und hieraus vorläufig

$$t = -\tfrac{1}{2}\,\frac{C}{g}\,\text{Sin}\,\phi + \sqrt{\frac{A}{g} + \tfrac{1}{4}\,\frac{C^2}{g^2}\,\text{Sin}\,\phi^2};$$

mithin für dieses Gefälle die Springweite der untersten Schicht des frey abfallenden Strahles,

$$C.\cos\phi\left[-\tfrac{1}{2}\frac{C}{g}\text{Sin}\phi + \sqrt{\frac{A}{g} + \tfrac{1}{4}\frac{C^2}{g^2}\text{Sin}\phi^2}\right] = U.C.\cos\phi.$$

Von dieser theoretischen Springweite weichet aber die wirkliche etwas ab; letztere ist immer etwas kleiner als jene Springweite; weil dem Wasserstrahl im Ganzen die Luft widerstehet, welche er durchschneidet, und weil außerdem die obern Schichten des Strahls nicht mit der Ge-

schwindig-

schwindigkeit der untern Schicht die Verticalebene der Schwelle bey D passiren. (II.)

Setze ich nun die wirkliche Springweite $gH = \frac{1}{\mu}$ der theoretischen, so ist

$$gH = \frac{1}{\mu} \cdot U . C . \cos\phi,$$

in welchem Ausdruck der Werth von $\frac{1}{\mu}$ durch die Erfahrung aus mehrern über frey abfallende Wasserstrahlen angestellten Beobachtungen gefunden werden muß, die sowohl über der Schwelle geneigter Schnurgerinne, als auch solcher Geschwelle, hinter welchen sich das Wasser aufstauet, ihren freyen Abfall nehmen.

Fließet das Wasser auf einem Schnurgerinne dem Kropfe zu, welches auf die Länge DI z. E. von einer Klafter, um Db abfällt, oder ein Gefälle Db hat, so ist in dieser Formel auch

$$\sin\phi = \frac{Db}{DI}; \text{ und } \cos\phi = \sqrt{\left(1 - \frac{Db^2}{DI^2}\right)};$$

und es lässet sich eben so auch der Sinus des Neigungswinkels durch das ganze Gefälle und durch die Länge des Schnurgerinnes ausdrücken.

Ist z. E. die ganze Länge des Schnurgerinnes 24 Fuße, und sein ganzes Gefäll $= 1\frac{1}{2}$ Fuße; so ist auch für dasselbe

$$\sin\phi = \frac{3}{2 . 24} = \frac{1}{16} = 0{,}0625;$$

$$\text{und } \cos\phi = \sqrt{\frac{256-1}{256}} = 0{,}998\ldots$$

Es sey ferner die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in dieser Richtung die Schwelle des Kropfes bey D passiret, zu 11 Fußen befunden worden und das Gefälle der Mühle oder $A = 2\frac{1}{2}$ Fuße; so ist für diesen Fall $C = 11$ Fuß auf eine Secunde; auch ist die natürliche Beschleunigung der Schwere für die erste Zeitsecunde oder $g = 16,8$. baierische Fuße; also

$$\frac{1}{2}\frac{C}{g}\text{Sin}\,\phi = \frac{11}{2.16,8.16} = \frac{110}{5376.} = 0{,}02046\ldots$$

$$\frac{A}{g} = \frac{5}{2}\,\frac{1}{16,8} = \frac{50}{336} = 0{,}14881\ldots$$

$$\sqrt{\frac{A}{g} + \frac{1}{4}\frac{C^2}{g^2}\text{Sin}\,\phi^2} = \sqrt{0{,}14922861} = 0{,}3863.$$

Sonach ist die Zeit, in welcher der Strahl durch das Gefälle der Mühle frey herabfallen würde oder $t = 0{,}36584$ Secunden; mithin auch die theoretische Springweite $= 11.0{,}998.$ $0{,}36584 = 3{,}9430.$ Fuße.

Würde nun der Erfahrung zufolge, der Strahl unter ähnlichen Umständen, nach den in (II.) angeführten Ursachen, nur auf $\frac{7}{8}$ dieser Weite wirklich springen, so wäre hier $\frac{1}{\mu} = \frac{7}{8}$; mithin

$$gH = \frac{7}{8}.3{,}943 = 3{,}45 \text{ Fuße.}$$

Passi-

Passiret der Strahl die Schwelle bey D in horizontaler Richtung, so ist für diesen Fall $\varphi = 0$; mithin seine wirkliche Springweite

$$= \frac{7}{8} . 11 . \sqrt{\frac{A}{g}} = \frac{7}{8} . \sqrt{0,148810}$$

$$= \frac{7}{8} . 3,858 = 3,376 \text{ Fuße.}$$

Der Parameter der Parabel des frey abfallenden Strahles.

IV. Ist auf diesem Wege die Ordinate gH der Parabel DBH, für die Abscisse Dg, oder für das Gefälle des Kropfes bekannt worden, so kann man auch ihren Parameter folgendermaßen finden. Bezeichnet diesen der Buchstabe (p), so ist nach den Eigenschaften dieser Kurve

$$p . Dg = gH^2;$$

$$p = \frac{U^2 . C^2 . \text{Cos}\, \varphi^2}{\mu^2 . A .};$$

Dieser Parameter der Parabel wird am einfachsten für den Fall, wenn das Wasser die Schwelle des Kropfes bey D in horizontaler Richtung passiret. Denn für diesen Fall ist der Winkel $\varphi = 0$; mithin auch $\text{Sin}\, \varphi = 0$; und $\text{Cos}\, \varphi = 1$; also der Parameter

$$p = \frac{1\, C^2}{\mu^2 . g}.$$

Für

Für den in (III.) angeführten Fall ist die wirkliche Springweite gH = 3,45 Fuß, und das Gefälle A = $2\frac{1}{2}$ Fuß; und es ist deswegen der Parameter

$$p = \frac{gH^2}{A} = \frac{11,9025}{2\frac{1}{2}} = 4,761 \text{ Fuße.}$$

Würde hingegen das Wasser das Geschwell in horizontaler Richtung passiren, so ist die Springweite seines freyen Falles = 3,376 Fuß; und der Parameter der Parabel des Springbogens des Strahles

$$p = \frac{11,397376}{2\frac{1}{2}} = 4,559 \text{ Fuße.}$$

Berechnung des Stoßgefälles des Kropfes.

V. Ist der Parameter der Parabel, in welcher der Strahl wirklich frey abfällt, nach (IV.) gefunden, so können nunmehr die Coordinaten DE und EB jener Parabel berechnet werden, durch welche sich das Stoßgefälle des Kropfes ergiebt!

Soll nun die dynamische Kraft des an die Stoßschaufeln anschlagenden Wasserstrahls die größte seyn, so muß nach (II. b.) die Ordinate EB, der Parabel, welche das Stoßgefäll des Kropfes abschneidet, durch einen der Parabel und dem Kreise gemeinschaftlichen Punct B gehen,

hen, durch welchen eine Tangente KH gezogen, auch zugleich senkrecht auf den Halbmesser BC des Kreises ist.

Verlängert man diesen Halbmesser bis nach der Verticale Dg des Kropfes, die hier auch die Scheitellinie der Parabel abgiebt, so schneidet sie in derselben die Normale FB, und die Subnormale EF ab; verlängert man ferner die Ordinate EB durch den Kreis, so schneidet sie seinen lothrechten Halbmesser AC in dem Puncte L; und es ist $AL = Eg$.

Vergleichet man ferner die ähnlichen Dreyecke EBF und EBL mit einander, so ist auch

$$BF : BC = EF : CL; \quad CL = BC . EF : BF.$$

Setzt man weiter $DE = x$; $Cg = AL = z$; $AC = r$; so ist einmal in der Parabel

$$EF = \tfrac{1}{2}p; \text{ und}$$

$$FB = \sqrt{p.(x + \tfrac{1}{4}p)} = \sqrt{p.(A - z + \tfrac{1}{4}p)}.$$

mithin auch

$$CL = \tfrac{1}{2}pr : \sqrt{p.(A - z + \tfrac{1}{4}p)}; \text{ oder auch}$$

$$CL = \tfrac{1}{2}r.\sqrt{\frac{p}{A - z + \frac{1}{4}p}} = r - z.$$

Wird diese Gleichung gehörig entwickelt, so verwandelt sie sich in folgende auf o reducirte cubische Gleichung

$$z^3 - (2r + A + \tfrac{1}{4}p)z^2 + r(2A + r + \tfrac{1}{2}p)z - Ar^2 = 0,$$

aus welcher sich das $z = U$, mithin auf das Stoßgefälle $DE = x = A - z$ berechnen lässet, wenn

wenn man in dieselbe den Parameter des freyen Falls des Wasserstrahls, das Gefälle des Kropfes, und den Abstand der Axe des Rades von dem Creuze des Kropfes substituirt.

Für die in (III.) betrachtete Umstände ist das Gefälle der Mühle, oder die ganze Höhe des Kropfes $A = 2\frac{1}{2}$ Fuß, und der Parameter der Kurve des freyen Falles des Wasserstrahls oder $p = 4{,}761$ Fuß. Ist nun der Abstand der Axe des Wasserrades von dem Creuz des Kropfes, oder $r = 5$ Fuß; so ist einmal

$$2r + A + \tfrac{1}{4}p = 10 + 2\tfrac{1}{2} + 1{,}19 = 13{,}69;$$

$$\text{und } r.(2A + r + \tfrac{1}{2}p) = 60{,}19; \; Ar^2 = 62{,}5;$$

und die allgemeine Gleichung gehet für diesen concreten Fall in folgende über

$$z^3 - 13{,}69\, z^2 + 60{,}19 . z - 62{,}5 = 0.$$

Aus dieser cubischen Gleichung könnte nun der Werth von z durch Zerlegung ihres letzten Glieds in seine Factoren, oder auch nach Umständen durch die Ergänzung der Gleichung, oder auch nach der Cardanischen Regel so genau als man will, gefunden werden. Da es aber die Abkröpfung des Kropfes nicht merklich ändert, wenn man das Stoßgefäll bis auf einen Zoll zu groß oder auch statt dessen zu klein nimmt, so genüget es auch, diese cubische Gleichung nur auf dem Wege der **Näherung** aufzulösen.

Weil

Weil nun das Stoßgefälle selbst immer beynahe auf die halbe Höhe des Kropfes trift, so kann man vorläufig $z = \frac{1}{2}A + \eta$ setzen, wo sodann das η einen Bruch bezeichnet, um welchen das Stoßgefälle selbst kleiner als die halbe Höhe des Kropfes ist.

Setzt man nun in der Allgemeinheit $2r + A + \frac{1}{4}p = \alpha$; $r.(2A + r + \frac{1}{2}p) = \beta$; $Ar^2 = \gamma$; und $\frac{1}{2}A = \upsilon$; so verwandelt sich die cubische Gleichung in folgende:

$$z^3 - \alpha z^2 + \beta z - \gamma = 0.$$

Setzt man nun $z = \upsilon + \eta$, so ist, mit Verzicht auf die höhern Potenzen des Bruches η; auch

$$z^3 = \upsilon^3 + 3\upsilon^2\eta; \quad -\alpha z^2 = -\alpha\upsilon^2 - 2\alpha\upsilon\eta;$$

$$\beta z = \beta\upsilon + \beta\eta;$$

und die Gleichung verwandelt sich in folgende der wahren sich annähernde

$$\upsilon^3 - \alpha\upsilon^2 + \beta\upsilon - \gamma + (3\upsilon^2 - 2\alpha\upsilon + \beta)\eta = 0;$$

wornach sich ergiebt

$$\upsilon + \eta = \frac{2\upsilon^3 - \alpha\upsilon^2 + \gamma}{3\upsilon^2 - 2\alpha\upsilon + \beta};$$

oder

$$z = \frac{\frac{1}{4}A^2.(A - \alpha) + \gamma}{\frac{1}{2}A(\frac{3}{2}A - 2\alpha) + \beta}$$

und das Stoßgefälle selbst, oder

$$DE = A - \left[\frac{\frac{1}{4}A^2.(A - \alpha) + \gamma}{\frac{1}{2}A(\frac{3}{2}A - 2\alpha) + \beta}\right].$$

Ueber-

Ueberhaupt kann man diese cubische Gleichung leicht durchs Probiren so genau als hier erforderlich ist, auflösen, wenn man vorläufig $z = \frac{1}{2}A$ setzt; man findet durch diese Substitution bald, ob man z den Werth von z etwas grösser oder kleiner nehmen muß.

Für die zuvor für eine Mühle gegebene Dinge ist nun in dem oben construirten Näherungs-Ausdruck $A = 2\frac{1}{2}$; $\alpha = 43{,}69$; $\beta = 60{,}19$; $\gamma = 62{,}5$; also

$$z = \frac{45}{30{,}1} = \frac{3}{2};$$

mithin das Stoßgefälle selbst oder

$$DE = 2\tfrac{1}{2} - \tfrac{3}{2} = 1 \text{ Fuß}.$$

Für die Abscisse DE ist ferner die ihr entsprechende Ordinate

$$EB = \sqrt{p.DE} = \sqrt{4{,}761.} = 2{,}1819 \text{ Fuße},$$

als die Länge des Stoßgefälles.

Die Länge des Kropfes, bey mittelmäßigem Gefälle und Wasserstande.

VI. Ist das Stoßgefälle des Kropfes nach (IV.) gefunden worden, so ergiebt sich die Länge des Kropfes unmittelbar durch dasselbe, und durch den Halbmesser des Rades, und mit dieser auch der wasserhaltende Bogen des Rades.

Es

Es ist nemlich die Länge des Kropfes gleich $EB + LB = Ag$; und von diesen $EB = \sqrt{p.ED} = \sqrt{p.(A-z)}$; und für den Kreis vom Halbmesser $AC = r$ ist

$$BL = \sqrt{(2AC - AL)AL} = \sqrt{(2r-z)z};$$

mithin ist

$$Ag = \sqrt{p.(A-z)} + \sqrt{(2r-z)z}.$$

Die Länge des Kropfes hängt daher mit dem Gefälle und dem Halbmesser des Rades der Mühle, und außerdem mit dem Parameter der Parabel zusammen, in welcher ihr Wasserstrahl nach seiner Richtung, Geschwindigkeit und Wasserdicke frey abfället.

Für die bisher immer betrachtete Mühle ist nun nach (V.) $z = 1\frac{1}{2}$ Fuß und $A - z = 1$ Fuß; und $EB = 2{,}1819$. Fuß der Abstand der Schwelle des Kropfes vom Rade. Da nun $r = 5$ Fuß, so ist deswegen

$$LB = \sqrt{(10 - \tfrac{3}{2})\tfrac{3}{2}} = \tfrac{1}{2}\sqrt{51} = 3{,}5707 \text{. Fuße};$$

mithin die ganze Länge des Kropfes

$$Ag = 2{,}1819 + 3{,}5707 = 5{,}7526 \text{. Fuße.}$$

Anwendung der bisher aufgestellten Sätze auf Mühlenwerke.

VII. Um von den bisher aufgestellten Formeln auf wirklich bestehende Mühlen die Anwen-

dung zu machen, gehe ich vorerst von solchen Mühlen aus, die ein mittelmäßiges Gefälle und Wasserstand haben, wie sie bisher insbesondere in der durch seine geschickten Techniker sich immer auszeichnenden Stadt Augsburg an den Canälen in großer Vollkommenheit angelegt und erbauet, und von Hrn. Lucas Voch in seiner Abhandlung über die Bauart des Grund- und Wasserbaues bey den Straubermühlen, Augsburg, 1780. beschrieben worden sind.

Diese Mühlen haben nun bey $2\frac{1}{2}$ Fußen Gefälle einen Wasserstand von gleicher Höhe hinter den senkrecht stehenden Geschwellen, und eine obere Rösche von einigen Zollen, so daß der verticale Druck der Wassersäule auf die untere den Fachbaum passirende Schicht zu 3 Fußen, mithin auch die Geschwindigkeit, mit welcher diese Schicht den Fachbaum überfließet, zu $2\sqrt{3.16,8}$ oder in einer runden Zahl zu 14 baierischen Fußen angeschlagen werden kann.

Für diese Geschwindigkeit ist daher auch die theoretische Springweite dieser Wasserschicht, nach (III.), $14.\sqrt{\frac{2\frac{1}{2}}{16,8}} = 5,4$. Fuße; statt deren ich die wirkliche Springweite zu 5 Fußen ansetze, weil bey diesen Geschwellen die Wasserdicke des Strahls nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Fuße, und seine Geschwindigkeit schon ziemlich bedeutend ist.

So.

Sonach ist ferner der Parameter der Parabel, in welcher der Strahl frey abfället oder

$$p = \frac{25}{2\frac{1}{2}} = 10 \text{ Fuße.}$$

Es ist ferner für ein Rad von 5 Fußen Halbmesser oder für $r = 5$; $p = 10$; $A = 2\frac{1}{2}$ die cubische Gleichung (V.) folgende:

$$z^3 - 15\,z^2 + 75\,z - 62{,}5 = 0,$$

aus welcher die Wurzel beynahe ist $z = 1$; mithin das Stoßgefälle des Kropfes oder $x = 2\frac{1}{2} - 1 = 1\frac{1}{2}$ Fuße; die Länge des Stoßgefälles oder $BE = 3{,}87$; und die Länge des wasserhaltenden Bogens des Rades oder $BL = 3$ Fuße; sonach die Länge des ganzen Kropfes 6,87 Fuße.

In wieferne nun ein nach diesen statischen Principien gefertigter Kropf für eine solche Mühle, mit solchen überein komme, welche bisher nach practischen Regeln der Werkmeister für sie gefertiget wurden, füge ich hier die Rechnung bey, die sich nach diesen Regeln für das Stoßgefälle, so wie für die Länge des Kropfes ergiebt.

Hr. Lucas Voch beschreibt diese Regel in seiner vorhin angeführten Abhandlung S. 37., die ihrem wesentlichen Inhalt nach folgende ist.

Theilet den Quadranten des Rades in fünf gleiche Theile, und stechet von A nach B zwey solcher Theile ab, ziehet durch B eine Parallele mit der horizontalen Ag des Kropfes, so schneidet diese das Stoßgefälle desselben ab.

Ziehet ferner mit Ag eine andere Parallele, die um das Gefälle der Mühle von dieser senkrecht absteht, so schneidet diese das Rad in dem Puncte (d); traget nun von diesem Puncte aus, auf diese Linie zwey Theile von den fünf Theilen des Radringes, so bestimmt sich hierdurch auch der Anfangspunct D des Kropfes.

Ziehet durch diesen Punct D eine senkrechte auf Ag, und verlängert BC so lange, bis sie jene senkrechte in F schneidet, so ist F der Mittelpunct eines Kreises, durch welchen die Abkröpfung DUB gezogen wird; so wie BC dem Halbmesser des wasserhaltenden Bogens, oder dem Abstand AC des Creuzes des Kropfes von der Axe des Rades gleich ist.

Nach diesem Verfahren ist nun einmal ein Theil des Radcirkels $= \frac{90}{5} = 18$ Grade, und die Cirkelöffnung oder der Cirkelschlag selbst, $2 . AC . \text{Sin} \frac{1}{2} . 18^\circ$; oder für $AC = 5$ Fuße ist der Cirkelschlag $10 . \text{Sin}\ 9^\circ,,0' = 1{,}5644$ Fuße; oder $Dd = 3{,}1288$ Fuße.

Es ist ferner der Winkel $ACB = 2 . 18 = 36^\circ$; und $CL = BC . \text{Cos}\ 36 = 4{,}0451$ Fuße; also $AL = 5 - 4{,}051 = 0{,}9559$ Fuße; mithin das Stoßgefälle DE selbst $= 2{,}5 - 0{,}9559 = 1{,}54$; statt dessen nach der vorhin angestellten Berechnung dieses Stoßgefälle nur zu 1,50 sich ergab; mithin nur $\frac{4}{100}$ eines Fußes kleiner als das nach der practischen Regel sich ergebende ist.

Letztlich ist auch $Ch = AC - Dg = 5 - 2\frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$; und $Cd = \sqrt{BC^2 - Ch^2} = 4,33$; folglich auch die ganze Länge des Kropfes $Dd + dC = 3,128 + 4,33 = 7,45$ Fuße.

Da nun diese Länge nach statischen Principien nur zu 6,87 Fuße berechnet wurde, so giebt die practische durchs Probiren herausgebrachte Regel seine Länge noch um 0,58 Fuße zu lang an.

Vergleichet man diese Regel mit der aus statischen Principien unmittelbar abgeleiteten, so überzeuget man sich, daß bey der practischen Regel die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser das Geschwell in horizontaler Richtung passiret, nicht hinlänglich berücksichtiget wird; sie paßt daher nur für den mittlern Wasserstand, für welchen sie eigentlich abgenommen ist; und der Werkmeister reißet das Lehrbrett seines Kropfes um so fehlerhafter nach jener Regel auf, je mehr der Wasserstand seiner Mühle von jenem mittlern abweichet.

b. Wenn daher insbesondere für Mühlen, die ein starkes Gefälle, aber einen niedrigen Wasserstand haben, der Lehrbogen ihres Kropfes nach der practischen Regel aufgerissen wird, so fällt er um so fehlerhafter aus, je mehr der gewöhnliche Wasserstand der Mühle von jenem mittlern abweichet, für welchen die Regel der aus statischen Principien abgeleiteten so nahe kam.

Wirklich fehlte es auch nicht daran, daß unsere Werkmeister diesen Defect nicht sollten verspürt haben! Sie rückten wirklich das Rad dem Geschwelle um $\frac{1}{2}$ oder auch einen ganzen Cirkelschlag oder Stich näher, je niedriger der Wasserstand hinter demselben ist, und suchten so tatonirungsweise den Lehrbogen des Kropfes seine Form zu geben, wobey der Effect des Wasserstrahls der größte bey bestehenden Umständen werden sollte; ja einige giengen noch weiter, und construirten sich eine besondere Regel für den Lehrbogen des Kropfes solcher Mühlen, die bey einem starken Gefälle einen niedrigern Wasserstand haben.

Auch diese Regel stellet Hr. Lucas Voch in bemeldter Abhandlung S. 40. auf. Nach derselben theilet der Werkmeister den Quadranten des Radcirkels in 6 gleiche Theile, und träget von diesen 3 Theile von A nach B, oder er bisectiret den Quadranten in B und ziehet BC und durch B die mit Ag parallele Linie BL.

Er trägt ferner das ganze Gefälle von A nach h; ziehet durch (h) eine Parallele mit Ag; setzet nun in B auf den Halbmesser BC eine Tangente, welche jene Parallele in (g) schneidet: er mugelt ferner das scharfe Eck in (g) etwas ab! und nimmt nun das Gußbrett gB für die Abkröpfung des Kropfes an; an welche sich nun in B der wasserhaltende Bogen AB anschließet.

Wäre

Wäre z. E. der Abstand des Creuzes des Kropfes von der Bewegungs-Axe oder $AC = 6$ Fuße, und das Gefälle $Dg = 4\frac{1}{2}$ Fuße, so ist einmal $BL = CL = 6 . \text{Sin } 45 = 4{,}2426$ Fuße; also $AL = QH = 1{,}7574$; mithin das Stoßgefälle $RQ = 2{,}7426$.

Ferner ist $gL = RQ$; also die ganze Länge des Kropfes $= 2{,}7426 + 4{,}2426 = 6{,}9852$ Fuße.

Um nun auch diese practische Regel mit den bisher aufgestellten statischen Principien zu vergleichen, suche ich zuvörderst eine Parabel, deren Abscisse der ihr entsprechenden Ordinate gleich ist; weil $gL = BL$; dieser gehört daher auch zu, ein Parameter p; und es ist deswegen

$p . BL = gL^2$; oder $p = BL = 2{,}7426$ Fuße; mithin ist auch für $p = 2{,}7426$; $r = 6$; $A = 4\frac{1}{2}$, die Gleichung $z^3 - 17{,}18\, z^2 + 98{,}22\, z - 162 = 0$ für diesen Kropf passend.

Aus dieser ergiebt sich nun beynahe $z = 2{,}8$ Fuße; und es wäre sonach das Stoßgefälle $DE = 1{,}7$; und $BE = 2{,}158$; und $BL = 5{,}076$; mithin $Ag = 7{,}234$.

Vergleichet man dieß Stoßgefälle mit jenem, welches die vorhin angeführte practische Regel angiebt; so findet man, daß beyde Resultate ausserordentlich von einander abweichen! Ueberleget man aber, wie der Practiker nach seiner Regel bey solchen Mühlen sein Stoßgefälle findet, so überzeuget man sich, daß er auf diesem Wege nie-

niemalen dasselbe nach sichern Gründen erhalten kann, weil er bey seiner Bestimmung nur von dem $\frac{1}{8}$ Bogen seines Rades ausgehet, ohne die übrigen wesentlichsten Stücke, nemlich das Gefälle, und die Geschwindigkeit im mindesten zu berücksichtigen, mit welcher das Wasser die Schwelle des Kropfes passiret; da hingegen bey der statischen Bestimmung des Stoßgefälles, aussser dem Halbmesser des Rades, auch das Gefälle, und jene Geschwindigkeit in Anschlag gebracht wurden, die sich durch den Parameter der Kurve des freyen Falles functioniret.

Je grösser daher das Gefälle, und je kleiner der Parameter der Abfallskurve nach der geringen Geschwindigkeit des Wassers, bey einerley Halbmesser des Rades ist, um so kürzer wird nach statischen Principien das Stoßgefälle des Kropfes, und um so grösser der wasserhaltende Bogen des Rades; wie es auch der Natur der Sache angemessen ist.

Dagegen wird das Stoßgefälle um so grösser, je kleiner der Halbmesser des Rades ist, welches an dem nemlichen Strahl angebracht wird. Ist z. E. wie vorhin das Gefälle $4\frac{1}{2}$ Fuße, und der Parameter der Kurve des freyen Abfalls des Strahls wie vorhin 2,7426 Fuße und der Halbmesser eines sogenannten Fluther-Rades oder r=3 Fuße; so ist unter diesen Umständen das Stoßgefälle seines Kropfes 2,9 Fuß, die Länge die-

dieses Gefälles 2,824; und die Länge des ganzen Kropfes 5,479 Fuße.

Für Mühlen, die bey einem starken Gefälle einen schwachen Wasserstand haben, giebt auch Hr. Heinrich Ernst in seiner vortreflichen Anweisung zum practischen Mühlenbau, S. 44. Leipzig, 1802. Regeln für die Aufreißung ihres Kropfes.

Er trägt nemlich $\frac{1}{3}$ des Radhalbmessers von 4 Ellen oder $\frac{1}{3}$ Ca von d nach W in fig. 1., giebt ferner der Länge DW von 2 $\frac{1}{2}$ Ellen auf eine Elle gerade 1 Zoll Rösche oder Risch, und trägt diese von W nach U; schneidet nun mit $\frac{1}{2}$ aC aus U das Rad in B an, giebt dem Theil UB des Kropfes eine parabolische Form; und reißet aus C den Bogen BA, für den hohlen Theil des Kropfes.

Außer dieser Regel giebt Hr. Ernst S. 49. noch eine andere für Mühlenkröpfe, deren Gefälle größer als 2 Ellen, und das Standwasser unter 10 Zollen ist.

Er trägt nemlich den Halbmesser des Rades von A nach B, halbiret das Gefälle Dg; trägt $\frac{1}{2}$ Dg von d nach W, und setzt in W die Kropfschwelle; von wo aus er von W nach D auf jede Elle einen Zoll Risch giebt, und dadurch UW bestimmt.

Nun nimmt er ferner $\frac{3}{4}$ aC, reißet damit aus B und U Cirkelbögen, die sich in f′ durchschneiden; und ziehet aus diesem Punct den Bogen UB circularisch.

In wieferne nun das Stoßgefälle und die Länge dieser Kröpfe nach diesen Regeln sich mehr oder minder richtig ergeben möge, lässet sich aus den bisher aufgestellten Betrachtungen abnehmen.

Kropfgerinne solcher Mühlen, deren Geschwelle gegen die Arche schief stehen.

VIII. Für diese Gattungen von Gerinnen, giebt Hr. Eißelin eigene Vorschläge in seinem Beytrag zur Anwendung des Wassers auf unterschlächtige oder sogenannte Kropfräder. Berlin, 1800.

Diese Vorschläge beschränken sich darauf, daß Hr. Eißelin die Griessäulen des Geschwells nicht senkrecht, sondern schief gegen die Arche stellt, und übrigens das Geschwell selbst dem Rade so nahe als möglich ist bringt; er plättet oder decket dabey den Spundbaum des Geschwells unter einem gewissen Winkel mit dem Horizonte ab, und stößet die untere Kante der Schütze nach diesem Winkel zu, damit sie auf dem Spundbaum genau aufpaßt, wenn die Schütze das Geschwell schließet.

Bey dieser Anrichtung fället also der das Geschwell passirende Wasserstrahl unter dem Neigungswinkel seines Fachbaums gegen das Rad ab, während er sich durch seine Schwerkraft in verti-

verticaler Richtung gleichzeitig senket; er beschreibt also in seinem freyen Fall eine Parabel, deren Parameter um so kürzer ausfällt, je größer jener Abfallswinkel des Strahls ist.

Wollte man jenen Abplättungswinkel dem Compliment des Neigungswinkels der Griessäulen gegen die Arche gleich setzen, so wäre derselbe = 30 Grade, wenn diese Säule einen Winkel von 60 Graden mit dem Archenboden machen; und es lässet sich auf jeden Fall auch diese Art von Gerinnen, auf die bisher über Kropfgerinne aufgestellte Ansicht bringen!

Für die Mühle, welche Hr. Eißelin anführet, ist nemlich der Halbmesser des Rades oder $r = 7$ Fuße; das Gefälle $A = 1\frac{1}{2}$ Fuße; der Wasserstand hinter dem Geschwell = 3 Fuße; und der Abfallswinkel $\phi = 30^\circ$ beynahe.

Berechnet man nun zuvörderst die Geschwindigkeit C. mit welcher die unterste Wasserschicht des Strahls den Spundbaum des Kropfes antritt, so ist hier nach hydraulischen Principien $C = 2\sqrt{3.16,8}$, oder $C = 14$ Fuße beynahe.

Es ist ferner in der Formel (III.) für die Springweite des Strahles, für $\phi = 30^\circ$, $\text{Sin}\,\phi = \frac{1}{2}$; $\text{Cos}\,\phi = 0{,}866$; $g = 16{,}8$ nach baierischen Fußen; $A = \frac{3}{2}$;

mithin $\frac{1}{2}\frac{C}{g}\,\text{Sin}\,\phi = \frac{1}{2}.\frac{14.}{16{,}8}\,\frac{1}{2} = 0{,}20803$; und das Quadrat davon 0,043264.

Fer-

Ferner

$$\frac{A}{g} = \frac{3}{2.16,8} = 0,089285; \sqrt{\frac{A}{g} + \frac{1}{4}\frac{C^2 \mathrm{Sin}\phi^2}{g^2}} = 0,3641,$$

also $t = 0,1561$. Secunden;

mithin die Springweite

$$14.0,866.0,1561 = 1,89255. \text{ Fußen.}$$

Nehme ich diese berechnete Springweite, wegen der großen Geschwindigkeit des Strahls, und den kurzen Abfall desselben, für die wirkliche selbst an, setze also $\frac{1}{\mu} = 1$; so ist hieraus der Parameter der Kurve des freyen Falles des Strahls, oder $p = 2,3864$. Fuße.

Da nun $r = 7$ Fuße ist, so ist auch in der allgemeinen Gleichung (V.)

$$2r + A + \tfrac{1}{4}p = 16,096 = \alpha; \; r(2A + r^2 + \tfrac{1}{2}p) = 78,351 = \beta; \; Ar^2 = 73,5 = \gamma,$$

und die specielle Gleichung für diesen Kropf ist folgende:

$$z^3 - 16,096\, z^2 + 78,351\, z - 73,5 = 0,$$

aus welcher sich beynahe ergiebt $z = 1,3$. Fuße; wornach sich das Stoßgefälle für diesen Kropf findet $DE = 1,5 - 1,3 = 0,2$ oder $\frac{1}{5}$ Fuß.

Sonach ist ferner die Coordinate

$$EB = \sqrt{2,3864.\tfrac{1}{5}} = 0,69 \text{ Fuße;}$$

und nach (VI.) $BL = \sqrt{(14-1,3)\,1,3} = 4,063$; mithin die ganze Länge des Kropfes

oder $Ag = 4,75$ Fuße.

Vergleichet man diese Länge mit jener, welche Hr. Eißelin seinem Kropfe unter diesen Umständen

ständen in fig. 4. jener Abhandlung giebt, so trift diese aufs genaueste mit dem seinigen zusammen. Da nun die Mühle bey diesem Kropfe ihre größte Wirkung zeiget, so bestättiget sich auch hieraus die Richtigkeit der hier über die Kröpfungen der Mühlgerinne aufgestellten Ansichten.

Passiret der Strahl das Geschwell in horizontaler Richtung, bey sonst übrigen gleichen Umständen, so fällt der Parameter der Kurve seines freyen Falls, und die Länge des Kropfes größer aus, als bey der bisher betrachteten Construction. Für diesen Fall ist nemlich derselbe oder $p = 11{,}665$. Für das nemliche Gefälle $A = 1\frac{1}{2}$, und Radcirkel $r = 7$ Fuße, ergiebt sich daher auch folgende Gleichung für das Stoßgefälle des Kropfes

$$z^3 - 18{,}416\, z^2 + 110{,}824\, z - 73{,}5 = 0,$$

aus welcher sich findet beynahe $z = \frac{3}{4}$; also auch das Stoßgefälle $DE = \frac{3}{4}$ Fuße, und die Länge des Kropfes selbst $2{,}958 + 3{,}0625 = 6{,}02$ Fuße; es fällt mithin der Kropf um $1\frac{1}{4}$ Fuß länger, als nach der vorigen Construction aus.

Aufriß des Lehrbretts eines Kropfes.

IX. Unter dem Lehrbogen oder Lehrbrett eines Kropfes verstehen die Werkmeister gewöhnlich eine Verbindung von Brettern, welchen auf der

der hohen Kante eine Form gegeben worden ist, die der zu fertigende Kropf auf seiner obern Seite erhalten solle; es sey nun, daß derselbe aus einem soliden oder ganzen Stück ausgehauen, oder auch statt dessen aus starken Bohlenstämmen zusammengesetzt wird.

Man setzet dabey das Lehrbrett mit seiner schmalen Kante auf den aus dem Rauhen zu behauenen Kropfe auf, und arbeitet denselben so lange zu, bis er genau die Form des Lehrbogens erhalten hat.

Es reißet dabey der Werkmeister das Lehrbrett entweder sogleich in der natürlichen Größe des Kropfes auf, oder er zeichnet auch dasselbe vorerst nach verjüngtem Maaße, von welchem er nachgehends die Maaße im Großen transferiret.

Wenn nun auch der des Formularischen der Sache kundige Werkmeister nach den bisher angestellten statischen Betrachtungen, und nach denselben construirten Formeln, das Lehrbrett des zu verfertigenden Kropfes in seinen Dimensionen berechnen und aufreißen kann, so ist es doch immer für solche, welche dieser Rechnungen nicht kundig sind, sehr dienlich und nützlich, ein Verfahren kennen zu lernen, nach welchem der Lehrbogen eines Kropfes für die Umstände, unter welchen er Dienste leisten soll, sogleich practisch abgenommen, und in seiner natürlichen Größe auf einem ebenen Boden aufgerissen werden kann.

Da nun der obere Theil des Kropfes, oder seine Abkröpfung immer ein Stück der Parabel ist, in welcher das Aufschlagwasser der Mühle seines Ortes frey abfället, so kommt deswegen zuvörderst alles darauf an, die Parabel jenes freyen Abfalls, und insbesondere ihren Parameter zu bestimmen.

Diese Parabel findet nun der Werkmeister sogleich practisch, wenn er bey einer Mühle, bey welcher nur ein neuer Kropf eingesetzt werden soll, während alles übrige wie bisher verbleibet, die Form des Wasserstrahls aufnimmt, in welche sich derselbe begiebt, wenn der Kropf selbst aus dem Gerinne herausgenommen worden ist, mithin das Wasser über den Spundbaum des Geschwells eine Zeit lang frey abfallen kann: er kann eben so auch die Form des abfallenden Strahles bey einer neu anzulegenden Mühle geometrisch aufnehmen, wenn er vorläufig, ehe er den Kropf einsetzet, die Vorbereitung so trift, daß das Wasser des Geschwells bey einem Wasserstand passiret, der sich nach seinem vorläufigen Ueberschlag für die Mühle die meiste Zeit des Jahrs über erwarten lässet, bey einer Oeffnung der Schütze, die er für diesen Wasserstand und für die Schaufeln des Rades am geeignetesten hält.

Je mehr solcher Experimente der Werkmeister seither gemacht hat, um so sicherer fundirt sich seine Praxis für die Bestimmung der Form, in welcher das Wasser unter bestimmten Umständen abfällt.

Hat

Hat nemlich das Wasser bey gegebener oberer Rösche sich auf diese Höhe, bey jener Oeffnung der Schütze, aufgestauet, so leget der Werkmeister in dem Gerinne eine in ihre Fuße und Zolle eingetheilte Setzlatte, parallel mit den Wänden des Gerinnes in horizontaler Richtung dermassen feste, daß sie in der Lage DK bey (D) in die Verticalebene durch den Spundbaum des Geschwells die Oberfläche des durch dasselbe ausströmenden Strahls beynahe berührend, mit dem Anfangspunct ihrer Eintheilung zu liegen kommt; und senkelt nun mit einem eben so eingetheilten Stab an der Setzlatte in L nach jener Stelle (M) des abfallenden Strahls herunter, deren nächsten Abstand LM von der Setzlatte er wegen des auf der einstweilen unterlegten Traufbretts entstehenden Wellenschlags noch mit aller Sicherheit abmessen kann; und er kann auf diese Art mehrere Abstände anderer Stellen des abfallenden Strahls von der Setzlatte messen, und so die Kurve des freyen Abfalls der äußersten Schicht um so genauer aufnehmen oder aufreißen.

Da nun das Gefälle bey unterschlächtigen Mühlen niemals so bedeutend ist, daß man die Kurve, in welcher die unterste Schicht des Strahls gleichzeitig frey abfällt, nicht mit seiner äußersten parallel ohne auffallenden Fehler sollte annehmen dürfen, so ist mit jener auch diese gefunden.

Es

Es sticht deswegen der Werkmeister aus der Stelle (d), die Wasserdicke dD des ausströmenden Strahls von d nach D in der Scheitellinie des Kropfes ab; und trägt diese Wasserdicke an der Stelle M von M nach q senkrecht auf die Tangente durch M auf; und nachdem er mit allen Puncten der äußern Kurve eben so verfahren, ziehet er die innern durch die Puncte, welche sich ihm auf diesem Wege ergeben haben; von welcher immer der obere Theil derselben die Abkröpfung seines Kropfes abgiebt.

Wollte der Werkmeister die Kurve des freyen Falles der untersten Schicht des abfallenden Strahls noch genauer aufzeichnen; so suchet er aus der Abscisse DU und der ihr entsprechenden Ordinate UN ihren Parameter $= p$; in Grundlegung der parabolischen Gleichung $p.DU = UN^2$; wornach sich ergiebt $p = \frac{UN^2}{DU}$; und zeichnet nun die Parabel nach ihrer gewöhnlichen Technik.

Wenn z. E. befunden worden $DU = 2$ Fuße und $UN = 3$ Fuße, so ist der Parameter

$$p = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4\tfrac{1}{2} \text{ Fuße.}$$

Diesen Parameter träget der Werkmeister zuvörderst von D nach O, und theilet die Höhe Dg des Kropfes in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, und ziehet durch dieselbe Parallelen mit DK. Will er nun den Punct (b) der Parabel für den Theil Da′ finden, so theilet er den Abstand Oa

in P in zwey gleiche Theile, ziehet durch P eine Linie parallel mit dK, welche einen aus P mit dem Halbmesser OP = Pa gezogenen Halbkreis in Q schneidet; ziehet nun durch den Punct Q eine Parallele mit Og, so schneidet diese die Parallele durch (a′) in dem Punct (b), der in der Parabel liegt.

Eben so verfährt der Werkmeister auch mit dem Theil Dc, durch welchen er den Punct (f) der Parabel findet; er kann die verlangte Parabel um so genauer und richtiger ziehen, in je mehr gleiche Theile er die Höhe des Kropfes Dg eingetheilet hat.

Hat nun auf diese Art der Werkmeister die Parabel des freyen Falles des Aufschlagwassers der Mühle, auf die den Lehrbogen seines zu fertigenden Kropfes aufgerissen, so kommt es ihm noch darauf an, auch das Stoßgefälle desselben auf diesen Brettern anzuzeigen, und insbesondere auch den untern oder hohlen Theil desselben zu zeichnen, wobey er am füglichsten folgendermaßen verfähret.

Da nemlich nach den vorangeschickten statischen Betrachtungen das Stoßgefälle des Kropfes immer beynahe in seine halbe Höhe fället, so bisectiret der Werkmeister vorerst die Höhe Dg des Kropfes in (a′), ziehet durch den Bisectionspunct (a′) eine Parallele a′b mit DK, und träget nun die Hälfte des berechneten Parameters DO der Parabel DbN von a nach h.

Durch die Puncte h und b ziehet oder schnüret er ferner eine gerade Linie, und trägt auf diese den Abstand der Axe des Rades von dem

Creu-

Creuze des Kropfes, oder die Linie Ca in fig. 1. von b nach γ in fig. 2.

Soll nun das Stoßgefälle Da′ das richtige seyn, so muß eine Perpendiculäre aus γ auf die Linie gH gerade der bγ gleich seyn.

Trift dieses nun nicht zu, so ziehet der Werkmeister über oder unter dem Punct (a′) eine neue Parallele EB, trägt von E abermals den halben Parameter von E nach R herunter, schnüret durch R und B eine gerade Linie, trägt von B aus auf dieselbe den nächsten Abstand der Axe des Rades von dem Creuz des Kropfes, hier BC, und probiret, ob ein Kreis mit diesem Halbmesser aus C gezogen, die durch gH verlängerte Linie in (a) streifet: trift dieses aufs genaueste zu; so ist DE das statische Stoßgefälle des Kropfes, DfB seine Ankröpfung, und das Stück Ba sein wasserhaltender Bogen.

Auf jeden Fall findet daher der Werkmeister das Stoßgefälle und diesen Bogen des Kropfes um so genauer, je sorgfältiger er bey dieser Technik verfähret: er schneidet am Ende die krumme Linie DfBa aus der Bretter-Verbindung aufs fleissigste aus, und erhält in ihr den verlangten Lehrbogen des zu fertigenden Kropfes.

Nach diesem Lehrbogen wird nun der aus dem Rauhen bereits zu behauene Kropf vollends rein ausgearbeitet, indem man dasselbe auf seine obere Seite aufsetzet, und mit dem Balleisen so lange abstemmet, bis der Lehrbogen den Kropf auf dieser Seite ganz berühret.

Die Beschauflung des Rades.

X. Außer der Form des Kropfes, hat ferner auch die Zahl der flachen Schaufeln eines Rades bey gegebenem Halbmesser, und ihre Höhe, auf die bewegende oder hydraulische Kraft des Rades (I.) bey dem nemlichen Aufschlagwasser, und bey sonst übrigen gleichen Umständen, einen bedeutenden Einfluß!

Dieser wichtige Gegenstand wurde erst von den Theoreten unserer Zeit einigermaßen, vorzüglich nur für Schnurgerinne erwogen, statt dessen dem Practiker die Beschauflung des Rades immer ein äußerst wichtiger Gegenstand war. Er gab seinem Rade für eine gewöhnliche Wasserdicke bey gegebenem Halbmesser so viel Schaufeln, daß wenigstens ihrer drey immer gleichzeitig eingetaucht waren; er gab demselben bey wenigem Wasser noch mehr Schaufeln, und stellte überhaupt die Regel auf: daß man bey vielem Wasser weit, bey wenigem Wasser aber enge schaufeln müsse; er bedienet sich außerdem der Sackräder, wo das Wasser äußerst wenig und das Gefälle groß ist, um den wasserhaltenden Bogen des Rades um so besser zu consolidiren.

Um nun die Ansicht, die ich mir über die Beschauflung eines Wasserrades abgenommen habe, gehörig darzustellen, nehme ich vorerst an, das Rad seye so weitläuftig beschaufelt, daß, indem die eine Schaufel sich auf den Strahl senkrecht stellt, die andere in dem nemlichen Moment sich erst in denselben einzutauchen beginnet.

Tau-

Tauchet sich nun die Schaufel MO in den Strahl ein, so nimmt der Druck des an ihr sich stemmenden Wassers, und mit diesem die Geschwindigkeit ihrer Bewegung, um so stärker zu, je tiefer sie sich eintauchet; er wird am größten, wenn die Schaufel in der Lage BW sich senkrecht auf das Stoßgefälle des Kropfes stellet, wobey der ganze abfallende Strahl sie senkrecht trift.

Sinkt die Schaufel mit dem auf sie drückenden Wasser aus dieser Lage nieder, und kommt in die Lage KT, so kommt die Schaufel MO gleichzeitig in die Lage LU, und schneidet ihr den grössern Theil des abfallenden Strahls ab, so daß nur der Faden zwischen BP sie noch treffen kann.

Kommt endlich die Schaufel BW nach z„, so kommt MO in BW, in welcher ihr der zufließende Strahl durch jene ganz abgeschnitten ist; und das in dem Raum BWz„ enthaltene Wasser wirkt nur noch durch sein Gewicht, oder nur noch statisch auf die Schaufel in z„; es strebt diese zu überfließen, bis es die horizontale Lage x„ gewonnen hat.

Eben so überfließet auch das Wasser zwischen den Schaufeln z„ und NI, bis es sich in QN horizontal gesetzt hat; und es wuchtet auf diese Art bey dem Rade nur die in den Räumen x„z″QzNI enthaltene Wassermasse, und hilft von ihrer Seite das Rad drehen.

Anders verhält es sich, wenn zwischen den Schaufeln BW und MO noch eine LU eingesetzt, mithin das Rad nach dem Bogen ML = LB ganz beschaufelt ist.

Denn

Denn in diesem Fall schneidet die Schaufel Lu von dem abfallenden Strahl den zwischen PW enthaltenen Theil ab; es kommt die durch den Punct L gehende Wasserschicht desselben, mit der zunächst auf sie folgenden, außer Cohärenz; es trift nur der Theil oder Faden zwischen BP die Schaufel BW senkrecht, während der übrige Theil des Strahls an die Schaufel Lu unter dem Winkel dLu anstößet, und auf dieselbe einen Druck ausübet, welcher dem Unterschied seiner Geschwindigkeit, und der des Rades, für die Stoßfläche QR = PW, beynahe zukommt.

Kommt die Schaufel BW in die Lage KT, so rückt Lu in BW ein, und schneidet der KT den Wasserstrahl ganz ab; es überfließet deswegen das Wasser zwischen BW und KT die Schaufel KT, bis es sich in die horizontale Lage BT setzt.

Eben so setzet sich das Wasser gleichzeitig zwischen den Schaufeln TK und »z in dem Raume bK»z, und zwischen den Schaufeln »z und ef in dem Raume gzef, und für die Schaufeln ef und NI „ NI und HU in dem Raume hfNI „ iIHU; so daß also diese Räume den wasserhaltenden Bogen des Rades constituiren, der auf seiner Seite das Rad zu drehen strebet, während das Aufschlagwasser auf die in ihm sich eintauchende Schaufeln, durch sein Anstoßen und Stemmen an denselben, gleichzeitig das Rad umzudrehen strebet.

Würde zwischen jede dieser Schaufeln noch eine eingesetzt, so wird der Wasserfaden, welcher eine um die andere trift, noch dünner, und es müßten sich nochmal so viel Wasserschichten als

zuvor

zuvor von einander trennen; es müßten sich noch mehrere derselben trennen, wenn das Rad noch enger beschaufelt würde.

Da aber jede Trennung einer Wasserschicht von der andern, die Geschwindigkeit der Schicht retardirt, und das Wasser stauchet, so wird das Abfallwasser um so matter, je mehr es sich nach der Ueberschauflung des Rades, in seinen Schichten trennen muß; seine Stoßkraft verliert dadurch um so mehr, je mehr das Rad überschaufelt wird; wenn auch der wasserhaltende Bogen des Rades dabey in seiner Continuität gewinnt.

In Erwägung aller dieser Umstände ist daher jene Beschauflung des Rades die seiner hydraulischen Kraft angemessenste, wenn man den Bogen BM in L bisectirt, um welchen das Rad sich in den Strahl eintauchet; weil bey dieser Beschauflung, der Stoß des über die Abkröpfung DLB abfallenden Strahls auf die Schaufeln, welche er trift, beynahe dem senkrechten auf die Schaufel BW gleich ist; und außerdem auch der wasserhaltende Bogen BzU des Rades, beynahe seine Continuität herstellet.

Dabey kommt außerdem noch der Umstand in Betracht, ob das Rad vier oder statt dessen sechs Arme hat, auf deren jedem oben und unten eine Schaufel stecken muß. Gehet nun der Bogen BL beym Umschlagen wirklich in einem Quadranten oder Sechstheil des Rades ganz auf, so giebt er in solchen Fällen immer die Beschauflung des Rades ab; gehet er hingegen nicht auf, so theilet man den Unterschied in so viel gleiche Theile, als

Schau-

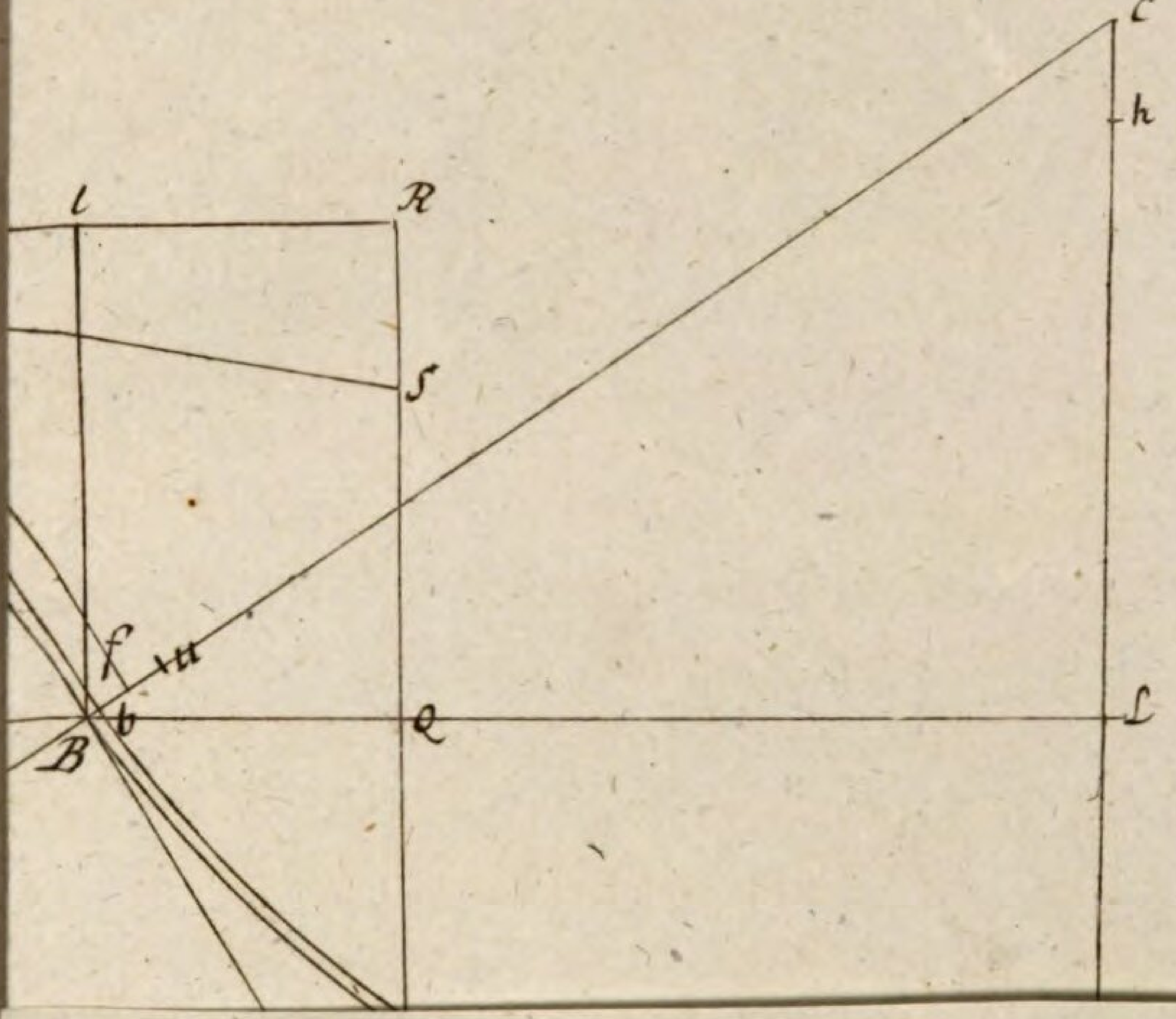
Schaufeln auf das Segment des Rades treffen, und macht den Schaufelbogen um einen solchen Theil kleiner, oder größer, je nachdem dieser Unterschied über die Section hinaus trift, oder statt dessen innerhalb derselben fället.

Wenn daher der Werkmeister die Anzahl der Schaufeln finden will, welche sein Rad für die das Jahr über für die Mühle meistens bestehende Wasserdicke, und für seinen Halbmesser erhalten solle, so träget er diese Wasserdicke Dd auf der senkrechten Schaufel von B nach W, und ziehet mit derselben die Parabel dMW, mit der Parabel DB des Kropfes parallel.

Wo nun diese den mit dem Halbmesser Ca fig. 1. gezogenen Kreis in M schneidet, bestimmt sich der Eintauchungsbogen MLB des Rades; der nachgehends in L bisectirt; und darauf weiters durch den etwa sich vorfindenden Ueberschuß beym Umschlagen ausgeglichen wird.

Es erhält sonach das Rad bey dem nemlichen Halbmesser um so mehr oder minder Schaufeln, je schwächer oder stärker die Wasserdicke des abfallenden Strahls ist; es erhält eben so das Rad für die nemliche Wasserdicke mehr oder minder Schaufeln, je größer oder kleiner sein Halbmesser ist.

Bayerische Staatsbibliothek München



C
h
l
R
S
f
b
B
Q
L

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Späth, Johann Leonhard,

Abhandlung über die Kröpfe der Mühlgerinne

Nürnberg 1815

Bibl.Mont. 3984

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10724126-0